

## **ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱԽՈՍԻ ԿԱՐԾԻՔ**

Տիգրան Բագրատի Խաչատրյանի «Անօդաչու թռչող սարքերի նավարկման ավտոմատացման համակարգի մշակումը և հետազոտումը» թեմայով Ե.13.02 – «Ավտոմատացման համակարգեր» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար ներկայացված ատենախոսության վերաբերյալ:

### **Ատենախոսության արդիականությունը և կառուցվածքը:**

Անօդաչու թռչող սարքերի լայն տարածումը ժամանակակից աշխարհում պահանջում է հուսալի և ճշգրիտ նավարկման համակարգերի մշակում: Ներկայումս ԱԹՍ-ների մեծամասնությունը կախված է արբանյակային նավարկման համակարգերից, որոնք կարող են անհասանելի կամ անհուսալի լինել որոշակի պայմաններում՝ փակ շինություններում, քաղաքային խիտ կառուցապատված տարածքներում կամ ռադիոէլեկտրոնային խանգարումների առկայության դեպքում: Տեսողական տարածաչափության մեթոդները, հատկապես խորը ուսուցման և նեյրոնային ցանցերի կիրառմամբ, առաջարկում են այլընտրանքային լուծումներ, սակայն դրանք պահանջում են զգալի հաշվողական հզորություններ և հաճախ թերանում են մասշտաբի սխալի կուտակման պատճառով:

Տիգրան Բագրատի Խաչատրյանի ատենախոսությունը նվիրված է հենց այս խնդիրների լուծմանը՝ առաջարկելով ԱԹՍ-ների նավարկման ավտոմատացման մեթոդներ և միջոցներ, որոնք համադրում են տեսողական տարածաչափության առաջադեմ մոտեցումները, փոխակերպող նեյրոնային ցանցերը և մոդելների լավարկման տեխնիկաները՝ ապահովելով հուսալի նավարկում իրական ժամանակում և սահմանափակ հաշվողական ռեսուրսների պայմաններում:

Աշխատանքը բաղկացած է ներածությունից, 3 գլխից, եզրահանգումից, գրականության ցանկից և հավելվածներից:

**Ներածությունում** հեղինակը հիմնավորում է թեմայի արդիականությունը, սահմանում հետազոտության նպատակը և խնդիրները, ներկայացնում գիտական նորույթը և գործնական նշանակությունը, ինչպես նաև ձևակերպում պաշտպանությանը ներկայացվող հիմնական դրույթները:

**Գլուխ 1-ում** իրականացվում է ԱԹՍ-ների նավարկման համակարգերի համապարփակ վերլուծություն: Մանրամասն քննարկվում են արբանյակային և իներցիոն նավարկման համակարգերի սահմանափակումները, ինչպես նաև տեսողական տարածաչափության տարբեր մոտեցումները՝ երկրաչափական, հատկանիշային և ուսուցման վրա հիմնված մեթոդները: Հեղինակը հատուկ ուշադրություն է դարձնում մասշտաբի երկիմաստության և խորության գնահատման խնդիրներին:

**Գլուխ 2-ում** ներկայացվում են հեղինակի կողմից մշակված լուծումները: Առաջարկվում է տվյալների հավաքածուի ստեղծման հիբրիդային մեթոդ, որը միավորում է իրական ԱԹՍ-ից ստացված պատկերները և արհեստական միջավայրում գեներացման հնարավորությունները: Մանրամասն նկարագրվում է փոխակերպող նեյրոնային ցանցի ինտեգրումը տեսողական տարածաչափության համակարգում և գիտելիքների զտման միջոցով մոդելի սեղմման գործընթացը:

**Գլուխ 3-ում** ներկայացված է «Neural Visual Odometry» ծրագրային միջոցը, որն իրականացնում է մշակված մեթոդների գործնական կիրառությունը և ապահովում ԱԹՍ-ի նավարկման ամբողջ ցիկլի ավտոմատացումը:

**Եզրակացությունում** ամփոփված են առենախոսության հիմնական արդյունքները և մշակված մեթոդների գործնական նշանակությունը:

**Հավելվածներում** ներառված են ներդրման ակտը, ծրագրային միջոցի կոդի հատվածներ, նկարների, աղյուսակների և հապավումների ցանկերը:

#### **Առենախոսության գիտական արդյունքների նորույթը և հիմնավորվածությունը:**

Առենախոսության գիտական նորույթը կայանում է հետևյալ հիմնական արդյունքներում.

- Մշակվել է ԱԹՍ կիրառություններին համապատասխան ֆոտոիրական տվյալների հավաքածուի ստեղծման հիբրիդային մեթոդ, որը միավորում է իրական թռիչքներից ստացված պատկերների և եռաչափ վերակառուցման տեխնոլոգիաների առավելությունները:
- Առաջարկվել է բացարձակ խորությունների հայտնաբերման փոխակերպող նեյրոնային ցանցի ինտեգրում միակապիճային տեսողական տարածաչափության համակարգում, որը զգալիորեն նվազեցնում է մասշտաբի սխալի կուտակումը:

- Իրականացվել է փոխակերպող նեյրոնային ցանցի լավարկում գիտելիքների գտման և TensorRT գործիքակազմի միջոցով, ինչը հնարավորություն է տալիս ապահովել իրական ժամանակում աշխատանք եզրային սարքերում:
- Ստեղծվել է «Neural Visual Odometry» ծրագրային միջոցը, որն ավտոմատացնում է ԱԹՍ-ի նավարկման ամբողջ գործընթացը՝ տվյալների մշակումից մինչև հետագծի վիզուալացում:

Գիտական արդյունքների հավաստիությունը հիմնավորված է համապարփակ փորձարարական հետազոտություններով, որոնք իրականացվել են ինչպես արհեստական, այնպես էլ իրական տվյալների հավաքածուների վրա: Կիրառվել են ժամանակակից գնահատման չափանիշներ և համեմատական վերլուծություն հայտնի մեթոդների հետ: Արդյունքները ցույց են տալիս առաջարկված մոտեցումների զգալի առավելությունները ճշտության և արդյունավետության տեսանկյունից:

#### **Գիտության և արտադրության ոլորտներում ստացված արդյունքների կարևորությունը և նշանակությունը:**

Ատենախոսության արդյունքներն ունեն կարևոր գիտական և գործնական նշանակություն ԱԹՍ-ների ավտոմատացված նավարկման ոլորտում: Մշակված մեթոդները հնարավորություն են տալիս զգալիորեն բարձրացնել նավարկման ճշտությունը և հուսալիությունը այն պայմաններում, երբ արբանյակային ազդանշանները անհասանելի են կամ անհուսալի: Առաջարկված հիբրիդային տվյալների հավաքածուի ստեղծման մեթոդը կարող է լայնորեն կիրառվել տեսողական նավարկման համակարգերի ուսուցման համար:

Գործնական առումով, մշակված «Neural Visual Odometry» ծրագրային համակարգը ներդրվել է «ՏԵՍՎԱՆ» ՍՊԸ-ում, որտեղ ցուցադրել է իր արդյունավետությունը՝ 2-3 անգամ կրճատելով տվյալների մշակման ժամանակը և էապես բարելավելով նավարկման ճշտությունը: Համակարգը կարող է հեշտությամբ ինտեգրվել տարբեր տիպի ԱԹՍ-ների կառավարման համակարգերի հետ:

#### **Նկատված թերությունները:**

1. Նկար 2.9 և 2.10 (էջ 77-78) ցույց են տալիս ուսուցման և վավերացման սխալի կորերը, որոնք ցուցադրում են լավ զուգամիտություն: Այնուամենայնիվ, չի ներկայացվում

ուսուցման արագության գործակցի փոփոխության դինամիկան ուսուցման ընթացքում և դրա ազդեցությունը զուգամիտության արագության վրա, ինչը կարող էր օգտակար լինել մոդելի ուսուցման գործընթացի օպտիմալացման համար:

2. Աշխատանքում ներկայացված փորձարարական արդյունքներում (աղյուսակ 2.12, էջ 78) համեմատվում են տարբեր խորության գնահատման մեթոդներ, սակայն չի քննարկվում այս մեթոդների հաշվողական արդյունավետության և ճշտության միջև փոխզիջումային կորի վերլուծությունը: Նման վերլուծությունը կօգներ ավելի լավ հասկանալ առաջարկվող մեթոդի առավելությունները տարբեր կիրառական սցենարներում:

3. Աշխատանքում առկա են փոքրաթիվ շարահյուսական և ուղղագրական սխալներ:

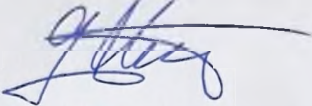
Աշխատանքում առկա թերությունները և նշված դիտողությունները չեն նսեմացնում հեղինակի կողմից կատարված գիտական աշխատանքի կարևորությունը, արդիականությունն ու հիմնավորումները: Աշխատանքում ակնհայտ է գիտական մակարդակն ու նորությունը:

### **Եզրակացություն:**

Ուսումնասիրելով Տիգրան Բագրատի Խաչատրյանի ատենախոսությունը՝ կարող եմ արձանագրել, որ այն իրենից ներկայացնում է ավարտուն գիտական աշխատանք, որում լուծվում են անօդաչու թռչող սարքերի ավտոմատացված նավարկման ոլորտի կարևոր խնդիրներ: Աշխատանքը բնութագրվում է համակարգված մոտեցմամբ, նորարարական լուծումներով և գործնական ուղղվածությամբ: Սեղմագիրն ամբողջությամբ համապատասխանում է ատենախոսության բովանդակությանը: Հեղինակի 10 գիտական աշխատանքները, ներառյալ միջազգային հանդեսներում հրապարակումները, լիարժեքորեն արտացոլում են հետազոտության հիմնական արդյունքները: Առաջարկված մեթոդները և մշակված ծրագրային միջոցն ունեն ակնհայտ գործնական արժեք, ինչը հաստատվում է արդյունաբերական ներդրման փաստով:

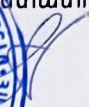
Կարծում եմ, որ աշխատանքը բավարարում է ՀՀ գիտական աստիճանների շնորհման կանոնակարգով սահմանված բոլոր պահանջներին՝ որպես գիտության տվյալ բնագավառում կարևոր կիրառական խնդրի լուծում: Տիգրան Բագրատի Խաչատրյանն արժանի է Ե.13.02 -

«Ավտոմատացման համակարգեր» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների  
թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Պաշտոնական ընդդիմախոս ՀԱՊՀ «Միկրոէլեկտրոնային սխեմաներ և համակարգեր»  
ամբիոնի դասախոս, ֆ-մ.գ.թ.  Գ.Վ. Սարգսյան

Ֆ-մ.գ.թ. Գ.Վ. Սարգսյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝

ՀԱՊՀ-ի գիտական քարտուղար՝

 Ծ.Ս. Հովհաննիսյան



"03" հուլիսի 2025թ.